



HAL
open science

ExpressIF^R, une IA symbolique

Nadia Ben Abdallah, Laurence Boudet, Aurore Lomet, Edwin Friedmann,
Jean-Philippe Poli

► **To cite this version:**

Nadia Ben Abdallah, Laurence Boudet, Aurore Lomet, Edwin Friedmann, Jean-Philippe Poli. ExpressIF^R, une IA symbolique. Bulletin de l'Association Française pour l'Intelligence Artificielle, 2022, 116, pp.47-49. cea-04501779

HAL Id: cea-04501779

<https://cea.hal.science/cea-04501779v1>

Submitted on 12 Mar 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Afia
Association française
pour l'Intelligence Artificielle

shipout/backgroundshipout/foreground

■ ExpressIF[®], une IA symbolique.

CEA List
Université Paris Saclay
<https://expressif.cea.fr>

Nadia BEN ABDALLAH

nadia.benabdallah@cea.fr

Laurence BOUDET

laurence.boudet@cea.fr

Edwin FRIEDMANN

edwin.friedmann@cea.fr

Aurore LOMET

aurore.lomet@cea.fr

Jean-Philippe POLI

jean-philippe.poli@cea.fr

Introduction

Au sein du CEA List (Université Paris Saclay), dans le laboratoire Intelligence Artificielle et Apprentissage Automatique, l'équipe ExpressIF développe le logiciel éponyme.

Notre but est de proposer une Intelligence Artificielle symbolique pour différentes raisons : une alternative aux approches basées sur les données, la possibilité d'apprendre à partir de peu de données, et le caractère interprétable des modèles et explicable des décisions.

Cela fait 10 ans que nous développons et transférons ExpressIF[®] à des industriels, tout en y agrégeant les méthodes de l'état-de-l'art et celles issues de nos propres travaux de recherche. Nous travaillons dans le cadre de projets collaboratifs ou de thèses avec des équipes de recherche comme le MICS de CentraleSupélec ou le LIP6 de Sorbonne Université.

Nos travaux s'orientent vers trois principaux aspects de l'Intelligence Artificielle : l'expressivité, l'apprentissage automatique et l'explicabilité des décisions.

Expressivité

ExpressIF[®] est un logiciel basé sur les connaissances. Nous formalisons ces connaissances avec un mélange de logique binaire et de logique floue. La logique floue a été un choix dès le départ afin d'obtenir des règles ou des contraintes proches du langage naturel, et par conséquent des modèles plus facilement interprétables. A ce jour, ExpressIF[®] dispose d'un moteur d'inférence floue et d'un solveur de contraintes floues.

Nous avons implémenté notre propre logiciel dans un but d'extensibilité et de performances [8]. Ces caractéristiques nous permettent d'ajouter de nouvelles relations qui viennent enrichir le vocabulaire utilisé dans les règles et les contraintes.

Nous nous sommes intéressés par exemple aux relations temporelles, avec des moyens d'exprimer la précédence, les variations, la simultanéité, tout en se basant sur des historiques flous (c'est-à-dire qu'il est possible de pondérer les moments du passé qui vont compter lors de la prise de décision) [9].

Naturellement, nous disposons également



Afia

Association française
pour l'Intelligence Artificielle

d'opérateurs spatiaux issus des travaux d'Isabelle Bloch, que nous avons adapté pour fonctionner aussi bien sur des images traditionnelles que sur des données géographiques 2D [3], puis 2.5D [6].

En combinant ces aspects temporels et spatiaux, nous proposons également des relations spatio-temporelles qui permettent de caractériser les trajectoires d'objets [10].

Chacun de nos projets contribue à l'expansion du vocabulaire qui peut être utilisé par ExpressIF[®], renforçant ainsi la facilité de représentation des connaissances mais également l'interprétabilité des bases de règles et améliorant les explications générées automatiquement.

Apprentissage automatique

Nous nous intéressons depuis quelques années à l'extraction automatique de contraintes ou de règles depuis des données. Même si l'état de l'art est conséquent dans ce domaine, nous bénéficions de nos partenariats pour obtenir des données réelles qui nécessitent des adaptations ou des approches totalement différentes. L'objectif est que notre outil soit accessible à tout industriel disposant de données qu'il souhaite valoriser. D'un point de vue recherche, nous nous intéressons surtout au rapport performance/interprétabilité.

Pour cela, nous nous sommes intéressés, par exemple, à la construction de *features* interprétables. C'est en effet une grosse différence de paradigme entre les approches connexionistes qui apprennent leurs représentations des données et les modèles à base de règles ou de contraintes qui n'ont pas cette capacité. Nous avons appliqué ces travaux à la recherche fondamentale pour laquelle une compréhension des résultats est nécessaire. Notre étude a montré que les *features* que nous construisons automatiquement ont du sens pour les physiciens [4].

Puisque nous disposons d'une véritable bibliothèque de relations, nous nous sommes intéressés également à l'apprentissage de relations. Nous l'avons appliqué à l'annotation sémantique d'images en apprenant des contraintes spatiales entre régions d'une image. En particulier, nos travaux montrent qu'à partir de 10 images viscérales annotées seulement, ExpressIF[®] est capable d'annoter les suivantes [7].

La pluralité de nos applications nous permet de multiplier les travaux dans ce domaine et d'évaluer les méthodes existantes sur des données réelles : création de matériaux, reconnaissance de composés chimiques [5], données spécifiques [12], etc.

Nous réalisons que les méthodes que nous développons permettent d'extraire, à partir des données, des connaissances qui sont à la fois bénéfiques pour les experts humains et utilisables par ExpressIF[®].

Explicabilité des décisions

Nous nous intéressons à l'explication des décisions prises par ExpressIF[®]. Pour cela, nous exploitons la trace très complète du moteur d'inférence et du solveur [1, 2]. Nous bénéficions également de l'expressivité de notre système, c'est-à-dire de l'ensemble des relations que l'on met à disposition de nos partenaires.

Nos travaux nous ont mené à nous intéresser à des domaines différents tels que la Natural Language Generation, les sciences cognitives et la psychologie pour proposer des explications en langage naturel de plus en plus efficaces [11].

En résumé

Nous sommes une équipe de 5 chercheurs permanents depuis 2022 qui travaille sur l'applicabilité des systèmes d'inférence floue aux problématiques industrielles. Nous accueillons chaque année des doctorants, des post-doctorants, des stagiaires et des appren-



tis. Nous fournissons à nos partenaires un accès au logiciel ExpressIF[®] que nous avons développé dans ce but. Notre recherche scientifique nous permet de nous intéresser à de nombreux sujets que nous valorisons par des transferts industriels, en particulier lorsque l'interprétabilité des modèles et l'explicabilité des décisions est nécessaire. Nous proposons ainsi une approche originale de l'XAI avec comme but principal son utilisabilité par des non-experts.

Références

- [1] Ismaïl Baaj and Jean-Philippe Poli. Natural language generation of explanations of fuzzy inference decisions. In *2019 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, pages 1–6, 2019.
- [2] Ismaïl Baaj, Jean-Philippe Poli, Wassila Ouerdane, and Nicolas Maudet. Min-max inference for possibilistic rule-based system. In *2021 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, pages 1–6, 2021.
- [3] Laurence Boudet, Jean-Philippe Poli, Louis-Pierre Bergé, and Michel Rodriguez. Situational assessment of wildfires : a fuzzy spatial approach. In *2020 IEEE 32nd International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI)*, pages 1180–1185, 2020.
- [4] Noëlie Cherrier, Jean-Philippe Poli, Maxime Defurne, and Franck Sabatié. Embedded feature construction in fuzzy decision tree induction for high energy physics classification. In *2020 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, pages 615–622, 2020.
- [5] Edwin Friedmann, Jean-Philippe Poli, Olivier Hotel, and Christine Mer-Calfati. Fuzzy classifiers for chemical compound recognition from saw sensors signals. In *2020 IEEE 32nd International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI)*, pages 917–922, 2020.
- [6] Clément Iphar, Laurence Boudet, and Jean-Philippe Poli. Topography-based fuzzy assessment of runoff area with 3d spatial relations. In *2021 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, pages 1–6, 2021.
- [7] Régis Pierrard, Jean-Philippe Poli, and Céline Hudelot. Spatial relation learning for explainable image classification and annotation in critical applications. *Artificial Intelligence*, 292 :103434, 2021.
- [8] Jean-Philippe Poli and Laurence Boudet. A fuzzy expert system architecture for data and event stream processing. *Fuzzy Sets and Systems*, 343 :20–34, 2018. Special Issue : Fuzzy Logic and Applications, Selected Papers from the French Fuzzy Set Conference LFA 2015.
- [9] Jean-Philippe Poli, Laurence Boudet, and David Mercier. Online temporal reasoning for event and data streams processing. In *2016 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, pages 2257–2264, 2016.
- [10] Jean-Philippe Poli, Laurence Boudet, and Jean-Marie Le Yaouanc. Online spatio-temporal fuzzy relations. In *2018 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, pages 1–8, 2018.
- [11] Jean-Philippe Poli, Wassila Ouerdane, and Régis Pierrard. Generation of textual explanations in xai : the case of semantic annotation. In *2021 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, pages 1–6, 2021.
- [12] Arnaud Grivet Sébert and Jean-Philippe Poli. Material classification from imprecise chemical composition : Probabilistic vs possibilistic approach. In *2018 IEEE International Conference on Fuzzy Systems (FUZZ-IEEE)*, pages 1–8, 2018.